

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-252903

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 K 3/24  
3/32

識別記号

F I

F 1 6 K 3/24  
3/32

A  
C

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-83363

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月17日

(71) 出願人 000000929

カヤバ工業株式会社

東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル

(72) 発明者 江川 祐弘

東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内

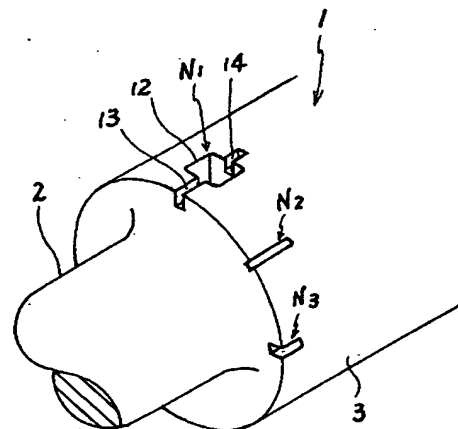
(74) 代理人 弁理士 嶋 宣之

(54) 【発明の名称】 スプール弁の流体力軽減構造

(57) 【要約】

【課題】 ノッチが開いたときの流体力を軽減して、スプール弁の操作性を向上させる。

【解決手段】 ノッチN<sub>1</sub>に、中間ノッチ部12と、上流ノッチ部13と、下流ノッチ部14とに区分けする。そして、この中間ノッチ部12の溝幅を、上流ノッチ部13や下流ノッチ部14の溝幅よりも広くする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スプールのランド部端面からその軸方向にノッチを形成したスプール弁において、このノッチの長手方向中間部分を中間ノッチ部とし、この中間ノッチ部を挟んで、流体の流出方向上流側を上流ノッチ部、下流側を下流ノッチ部とする一方、中間ノッチ部の溝幅を、上流ノッチ部および下流ノッチ部の溝幅よりも大きくしたスプール弁の流体力軽減構造。

【請求項2】 スプールのランド部端面からその軸方向にノッチを形成したスプール弁において、このノッチの長手方向中間部分を中間ノッチ部とし、この中間ノッチ部を挟んで、流体の流出方向上流側を上流ノッチ部、下流側を下流ノッチ部とする一方、中間ノッチ部の溝深さを、上流ノッチ部及び下流ノッチ部の溝深さよりも深くしたスプール弁の流体力軽減構造。

【請求項3】 スプールのランド部端面からその軸方向にノッチを形成したスプール弁において、このノッチの長手方向中間部分を中間ノッチ部とし、この中間ノッチ部を挟んで、流体の流出方向上流側を上流ノッチ部、下流側を下流ノッチ部とする一方、上流ノッチ部及び下流ノッチ部に対して、中間ノッチ部の溝幅を広くし、かつ溝深さも深くしたスプール弁の流体力軽減構造。

【請求項4】 下流ノッチ部から流出する流量が、上流ノッチ部で規制される流入量と等しくなる開口位置またはそれよりも上流側位置に、中間ノッチ部の下流側端を位置させ、かつ、ランド部端面から軸方向長さの異なる別のノッチを形成し、上記中間ノッチ部の下流側端を、上記別のノッチが開く位置にほぼ対応させた請求項1～3記載のスプール弁の流体力軽減構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、スプールに形成したノッチが開いたとき、そこから流出する流体によって、スプールに対してノッチを閉じる方向に作用する流体力を軽減する構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図14～15に従来のスプール弁のスプール1を示す。このスプール1には、環状溝2を形成するとともに、この環状溝2に隣接するランド部3端面から軸方向にノッチ $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ を形成している。これらノッチの軸方向長さは、 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ の順に短くなっている。このようなノッチ $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ および環状溝2を形成したスプール1が、図15に示すようにバルブボディ4内に摺動自在に組み込まれている。いま、スプール1が、バルブボディ4内を矢印5方向にストロークしたとすると、軸方向長さが一番長いノッチ $N_1$ が最初に開く。このときには、当然のこととして、他のノッチ $N_2$ 、 $N_3$ がふさがれたままの状態を維持する。

【0003】上記のようにノッチ $N_1$ が開くと、環状溝2側の流体がこのノッチ $N_1$ を経由してポート6側に供

給される。さらにスプール1が矢印5方向にストロークすると、次に長いノッチ $N_2$ が開き、最後に一番短いノッチ $N_3$ が開く。上記のように全てのノッチ $N_1$ ～ $N_3$ が開けば、それら各ノッチの合計開口面積に比例した流体が、ポート6側に供給される。上記の状態から、さらにスプール1がストロークすると、上記環状溝2が開き、この環状溝2内の流体が直接ポート6側へ供給される。

【0004】上記ポート6側への供給流量と、スプール1のストロークとの関係をグラフにしたのが図16である。このグラフの縦軸はポート6側への供給流量を示し、横軸はスプールのストロークを示している。また、このグラフは、ストローク位置 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ でノッチ $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ が開き、ストローク位置 $n_4$ で環状溝2が開くことを示している。次に、この図16に基づいて、上記ノッチ $N_1$ ～ $N_3$ によるインチャング特性を説明する。

【0005】スプール1がストローク位置 $n_1$ まで移動すると、まず最初に、軸方向長さが一番長いノッチ $N_1$ が開く。このときのポート6に対する供給流量は、ノッチ $N_1$ の下流側開口7bの開度に比例し、その開度が大きくなるにつれてポート6に対する供給流量も多くなる。ただし、上記下流側開口7bから流出する流量が、ノッチ $N_1$ の上流側開口7aの開度すなわちノッチ $N_1$ の上流側の溝断面積で規制される流量と等しくなれば、スプール1がさらにストロークしても、それ以上流量は増えない。なぜなら、上記上流側の溝断面積で、ノッチ $N_1$ への最大流入量が決められてしまうからである。

【0006】したがって、上記の状態では、ノッチ $N_1$ から流出する流量は、スプール1のストロークに係わりなく一定となる。そして、その流量が一定になる時点が、図16におけるストローク位置 $n_2$ であり、そのときの流量が $Q_1$ である。このことから明らかなように、ノッチ $N_1$ で実質的なインチャング制御ができるのは、図16のグラフに示すストローク位置 $n_1$ ～ $n_2$ の間だけということになる。

【0007】ただし、スプール1が、図16におけるストローク位置 $n_2$ までストロークすると、今度は、ノッチ $N_2$ が開きはじめる。つまり、上記ノッチ $N_1$ を流れる流量がほぼ最大流量 $Q_1$ になったときノッチ $N_2$ が開き始める。このようにノッチ $N_2$ が開けば、今度はこのノッチ $N_2$ によって、実質的なインチャング制御がされることになる。そして、この場合も、ノッチ $N_2$ の下流側開口から流出する流量が、ノッチ $N_2$ の上流側開口の開度で規制される流量と等しくなれば、スプール1がさらにストロークしても、それ以上流量は増えない。その流量が一定になる時点が、図16におけるストローク位置 $n_3$ であり、そのときの流量が $Q_2$ である。このことから明らかなように、ノッチ $N_2$ で実質的なインチャング制御ができるのは、図16のグラフに示すストローク位置 $n_2$ ～ $n_3$ の間だけである。

【0008】また、スプール1がストローク位置 $n_3$ に

達すると、ノッチ $N_1$ 、 $N_2$ の場合と同様にノッチ $N_2$ を流れる流量 $Q_2$ が一定になるとともに、今度は、軸方向長さが一番短いノッチ $N_3$ が開く。そして、スプール1がストローク位置 $n_4$ に達すると、今度は、ポート6に対して環状溝2が開くので、この時点で、インテグレーション制御が終了する。いずれにしても、この従来例の場合には、3つのノッチ $N_1 \sim N_3$ で、図16に示すようにインテグレーション特性をリニアにしている。なお、ストローク位置 $n_4$ では、環状溝2がポート6側に開くので、このときのポート6側への供給流量も急激に増える。したがって、図16においても、ストローク位置 $n_4$ 以降のグラフの傾きが急傾斜になっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】次に、上記従来例の問題点を、図15を基にして説明する。なお矢印8は流体の流出方向を示す。図15は、ノッチ $N_1$ が開き、環状溝2とポート6側とが連通している状態を示すとともに、このときの流体が矢印8の方向に流出していることを示している。このように流体が矢印8方向に流出すると、ノッチ $N_1$ を閉じる方向の流体力 $F$ がスプール1に作用するが、このときの流体力 $F$ は次の式で求められる。

$$F = \rho Q v \cos \theta \quad \cdots (式1)$$

ただし、 $\rho$ ：定数

$Q$ ：流量

$v$ ：流速

$\theta$ ：流出角 である。

【0010】上記流体力 $F$ は、流量 $Q$ 、流速 $v$ 、流出角 $\theta$ に比例していて、これらの値が小さければ流体力 $F$ も小さくなる。そのため、インテグレーション制御をしているストローク位置 $n_1 \sim n_2$ の間で、流量 $Q$ が少なくなるときには、流体力 $F$ もそれほど大きくなりません。そのために、このときの流体力 $F$ は、スプール1の操作にほとんど影響を与えない。また、多少の影響を与えたとしても、このストローク位置 $n_1 \sim n_2$ では、インテグレーション制御が優先されるので、その流体力 $F$ を無視せざるを得ない。しかし、スプール1がストローク位置 $n_2$ 以上移動すれば、このノッチ $N_1$ はインテグレーション制御に直接関与しなくなる。このようにノッチ $N_1$ は、インテグレーション制御に直接関与していないにもかかわらず、流体力発生の原因にはなっている。つまり、従来の構造では、インテグレーション制御に直接関与していないノッチによって発生する流体力のために、スプール1の操作性が悪くなるという問題があった。この発明の目的は、インテグレーション制御に直接関与していないノッチからは流体力が発生しない構造を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、スプールのランド部端面からその軸方向にノッチを形成したスプール弁を前提にする。第1の発明は、上記のスプール弁を

前提にしつつ、ノッチの長手方向中間部分を中間ノッチ部とし、この中間ノッチ部を挟んで、流体の流出方向上流側を上流ノッチ部、下流側を下流ノッチ部としている。そして、中間ノッチ部の溝幅を、上流ノッチ部及び下流ノッチ部の溝幅よりも広くしている。このように中間ノッチ部の溝幅を広くすると、中間ノッチ部が開いた場合、上流ノッチ部を通過した流体が、溝幅の広い中間ノッチ部から流出するので、上流ノッチ部を通過するときの流速よりも、中間ノッチ部を通過する流速の方が小さくなる。流速が小さくなれば、その分、流体力も小さくなる。

【0012】第2の発明は、上記のスプール弁を前提にしつつ、ノッチの長手方向中間部分を中間ノッチ部とし、この中間ノッチ部を挟んで、流体の流出方向上流側を上流ノッチ部、下流側を下流ノッチ部としている。そして、中間ノッチ部の溝深さを、上流ノッチ部及び下流ノッチ部の溝深さよりも深くしている。このように中間ノッチ部の溝深さを深くすると、中間ノッチ部内で渦流が発生する。中間ノッチ部内で渦流が発生すれば、中間ノッチ部から流出する流体の流出角を大きくすることができる。流出角が大きければ大きいほど流体力を小さくできる。

【0013】第3の発明は、上記のスプール弁を前提にしつつ、ノッチの長手方向中間部分を中間ノッチ部とし、この中間ノッチ部を挟んで、流体の流出方向上流側を上流ノッチ部、下流側を下流ノッチ部としている。そして、上流ノッチ部及び下流ノッチ部に対して、中間ノッチ部の溝幅を広くし、かつ溝深さも深くしている。このように中間ノッチ部の溝幅を広くするとともにその溝深さも深くすると、中間ノッチ部から流体が流出する際に、より渦流が発生しやすくなる。したがって、第1、2の発明の効果が相乗されて、流体力をいっそう軽減できる。

【0014】第4の発明は、上記第1～第3の発明を前提にしつつ、下流ノッチ部から流出する流量が、上流ノッチ部で規制される流入量と等しくなる開口位置またはそれよりも上流側位置に、中間ノッチ部の下流側端を位置させ、かつ、ランド部端面から軸方向長さの異なる別のノッチを形成し、上記中間ノッチ部の下流側端を、上記別のノッチが開く位置にほぼ対応させている。このようにすれば、インテグレーション特性をリニアに保つとともに、その流体を軽減できる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1～3に示す第1実施例は、スプール1に3つのノッチ $N_1 \sim N_3$ を形成する一方、一番長いノッチ $N_1$ に中間ノッチ部12を形成した点に特徴を有する。この特徴点以外は、前記従来と同様である。そこで、ノッチ $N_1$ 以外の詳細な説明は省略する。上記ノッチ $N_1$ は、その中間部分を中間ノッチ部12とし、この中間ノッチ部12を挟んで、上流側を上流ノッチ部

13、下流側を下流ノッチ部14としている。上記中間ノッチ部12の溝幅は、上流ノッチ部13及び下流ノッチ部14の溝幅よりも広くしている。また、中間ノッチ部12の溝深さも、上流ノッチ部13及び下流ノッチ部14の溝深さよりも深くしている。

【0016】また、上記中間ノッチ部12の下流側端12aは、下流ノッチ部14から流出する流量が、上流ノッチ部13で規制される流入量と等しくなる開口位置またはそれよりも上流側位置に設けている。つまり、この中間ノッチ部12を形成する範囲は、図16に示すノッチ $N_1$ のストローク位置 $n_2$ 以降であり、ノッチ $N_1$ がインチャング制御に直接関与しない範囲である。また、中間ノッチ部12の最下流位置は、ノッチ $N_2$ が開くストローク位置に対応させている。

【0017】次にこの第1実施例の作用を説明する。図3に示すように、スプール1がストローク位置 $n_1 \sim n_2$ の範囲内に移動すれば、ノッチ $N_1$ の下流ノッチ部14が開く。このように下流ノッチ部14が開けば、環状溝2側の流体が、上流ノッチ部13→中間ノッチ部12→下流ノッチ部14を経由して、ポート6側に供給される。このとき下流ノッチ部14の開度が大きくなればなるほど、ポート6に流出する流量が多くなっていく。しかし、その流出量が上流ノッチ部13で規制される最大流入量と等しくなった時点で、その流出量が一定になるとともに、中間ノッチ部12がポート6に開口する。

【0018】そして、流体が上流ノッチ部13から中間ノッチ部12へ流れ込むと、この中間ノッチ部12の溝深さを、上流ノッチ部13の溝深さよりも深くしているため、この中間ノッチ部12内で渦流が発生する。したがって、中間ノッチ部12がポート6に開口したとき、そこからポート6に流出する流体の流出角 $\theta$ が、渦流がなくて直接流出するときよりも大きくなる。このように流出角 $\theta$ が大きくなれば、(式1)に示す $\cos \theta$ の値が小さくなるので、その分流体力 $F$ を軽減できる。

【0019】また、中間ノッチ部12の溝幅を上流ノッチ部13の溝幅よりも大きくしているため、中間ノッチ部12から流体がポート6側へ流出するときの流速 $v$ が遅くなる。そして、このようにポート6側へ流出する流体の流速 $v$ が遅くなる分、流体力 $F$ も小さくなる。また、この中間ノッチ部12は、その溝深さが上流ノッチ部13及び下流ノッチ部14の溝深さよりも深くなっているため、この溝深さの変化と上記溝幅との変化が相まって、渦流がさらに発生しやすくなっている。渦流が発生すればするほど、上記のように中間ノッチ部12からの流出角 $\theta$ が大きくなるので、いっそう流体力 $F$ を軽減できる。

【0020】また、ノッチ $N_1$ を流れる最大流量が、上流ノッチ部13の溝断面積で規制されるので、上記のように中間ノッチ部12の溝深さを深くしたり、溝幅を広くしたりしても、ノッチ $N_1$ を流れる流量は一定にな

る。なお、この第1実施例では、一番長いノッチ $N_1$ だけに中間ノッチ部12を設けたが、ノッチ $N_1$ に限らずノッチ $N_2$ 、ノッチ $N_3$ に中間ノッチ部12を設けてもよいこと当然である。

【0021】図4、図5に示した第2実施例は、下流ノッチ部14の下流側の溝深さを、先端に向かって徐々に浅くなるようにしたものである。これらノッチ部は、エンドミル加工およびカッター加工を施したものである。図6、図7に示した第3実施例は、下流ノッチ部14の下流側の溝深さを、先端に向かって徐々に浅くなるようにするとともに、その平面形状を先細りにしたもので、等角フライス加工を施している。

【0022】図8に示した第4実施例は、中間ノッチ部12の幅を大きくしたものであり、図9に示した第5実施例は、中間ノッチ部12の幅を大きくするとともに、上流ノッチ部13と下流ノッチ部14との対向位置を食い違わせたものである。この第5実施例のように、上流ノッチ部13と下流ノッチ部14との対向位置を食い違わせることによって、上流ノッチ部13から中間ノッチ部12に流入した流れが、上流ノッチ部13と対向する中間ノッチ部12の壁面に衝突する。この壁面への衝突によって、中間ノッチ部12内での渦流が発生しやすくなる。なお、これら第4、5実施例においても、第2、3実施例のように、カッター加工または等角フライス加工によって、ノッチ $N_1$ を形成してもよいこと当然である。

【0023】図10～図12に示した第6実施例は、スプール1の周面を軸線に直交する方向に切削して中間ノッチ部12を形成したもので、その他の構成は、前記第1実施例と同様である。図13に示した第7実施例は、第6実施例に対して、上流ノッチ部13と下流ノッチ部14との対向位置を食い違わせたもので、その目的は、第5実施例と同様である。なお、これら第6、7実施例においても、第2、3実施例のように、カッター加工または等角フライス加工によって、ノッチ $N_1$ を形成してもよいこと当然である。また、上記第2～7実施例における上流ノッチ部13、中間ノッチ部12および下流ノッチ部14は、ノッチ $N_1$ に限らず、ノッチ $N_2$ 、ノッチ $N_3$ に形成してもよい。

【0024】

【発明の効果】以上のように、第1の発明の流体力軽減構造によれば、上流ノッチ部に対して中間ノッチ部の溝幅を広くしたので、中間ノッチ部が開いた場合に、この中間ノッチ部から流出する流体の流速を遅くできる。このように流速を遅くできるので、その分、流体力を軽減できる。第2の発明の流体力軽減構造によれば、中間ノッチ部の溝深さを、上流ノッチ部及び下流ノッチ部の溝深さよりも深くしたので、この中間ノッチ部で渦流が発生させることができる。中間ノッチ部で渦流が発生すれば、この中間ノッチ部が開いたときの流体の流出角を

大きくできる。したがって、その分、流体力を軽減できる。

【0025】第3の発明によれば、第1及び第2発明を総合化したので、下流ノッチ部からの流出角をいっそう大きくでき、かつ、中間ノッチ部では流出する流速も遅くできるので、さらにいっそう流体力を軽減できる。第4の発明によれば、従来と同様のインチング特性を維持しながら、言い換えれば、リニアなインチング特性を維持しながら、流体力だけを軽減できる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】第1実施例のスプールの要部の斜視図である。  
 【図2】第1実施例のスプールの要部の平面図である。  
 【図3】第1実施例のスプールの要部の断面図である。  
 【図4】第2実施例のスプールの要部の平面図である。  
 【図5】第2実施例のスプールの要部の断面図である。  
 【図6】第3実施例のスプールの要部の平面図である。  
 【図7】第3実施例のスプールの要部の断面図である。  
 【図8】第4実施例のスプールの要部の平面図である。  
 【図9】第5実施例のスプールの要部の平面図である。  
 【図10】第6実施例のスプールの要部の斜視図であ

る。

【図11】第6実施例のスプールの要部の平面図である。

【図12】第6実施例のスプールの要部の断面図である。

【図13】第7実施例のスプールの要部の平面図である。

【図14】従来のスプールの要部斜視図である。

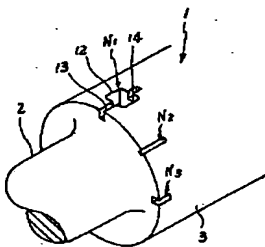
【図15】従来のスプールの要部断面図である。

【図16】ストロークと供給流量との関係を表すグラフである。

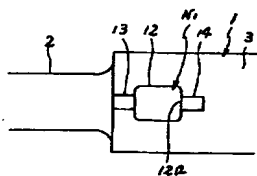
【符号の説明】

- 1 スプール  
 2 環状溝  
 3 ランド部  
 N<sub>1</sub> ノッチ部  
 12 中間ノッチ部  
 13 上流ノッチ部  
 14 下流ノッチ部

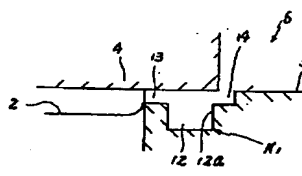
【図1】



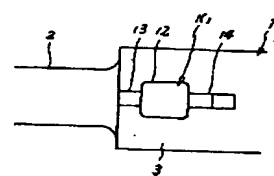
【図2】



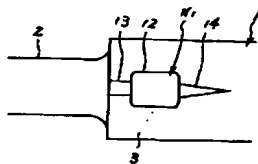
【図3】



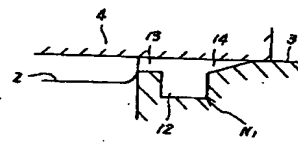
【図4】



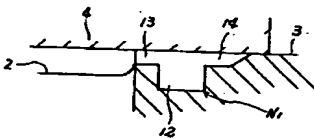
【図6】



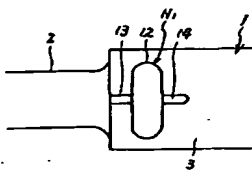
【図7】



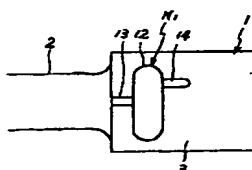
【図5】



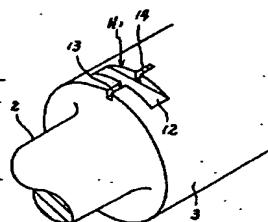
【図8】



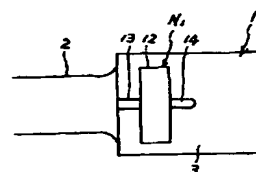
【図9】



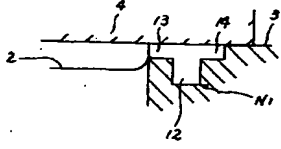
【図10】



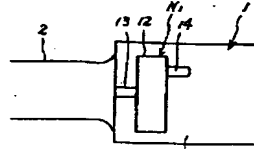
【図11】



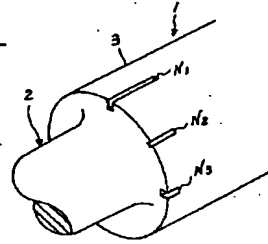
【図12】



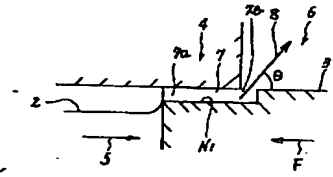
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

